



ナノフォトン社

ラマン顕微鏡での観察事例

ナノフォトン株式会社
アプリケーションエンジニア
神津知己
2022.4.27

1. ナノフォトン株式会社紹介
2. 測定装置紹介
3. ラマン顕微鏡で見えること ～測定事例～
4. ラマン散乱分析の特徴

フォトニクスと分光技術を専門とするテクノロジーカンパニー
ラマン分光イメージング装置を主力製品として展開しています

企業名	ナノフoton株式会社
本社	大阪府大阪市北区梅田1丁目1番3-267号
大阪R&Dセンター	大阪府箕面市船場3-1-7 ICCビル 1F
東京ショールーム	東京都港区西新橋3-6-10 マストライフ西新橋403
創業	2003年2月
代表者	代表取締役会長 兼 社長 河田 聡
決算月	3月
資本金	1億円
事業内容	最先端理化学機器の製造販売
主要製品	レーザーラマン顕微鏡



創業者 代表取締役会長
河田 聡

大阪大学名誉教授
理化学研究所 名誉研究員
応用物理学会長(2014-2016)
OSA (米国光学会)副会長

<研究トピックス>

分光学・光学
近接場分光学・ナノフォトニクス
バイオフォトニクス

<近年のおもな受賞歴>

2007 紫綬褒章
2008 日本分光学会学術賞
2011 第8回 江崎玲於奈賞

- 2003年 2月 ナノフォトン株式会社設立
- 2004年 4月 先端科学イノベーションセンターにR&Dセンター設立
- 2005年 9月 新製品 レーザーラマン顕微鏡「RAMAN-11」発表
- 2006年 4月 第18回中小企業庁長官賞（中小企業優秀新技術・新製品賞）受賞
- 2008年 9月 新製品 レーザーラマン顕微鏡「RAMANplus」発表
- 2011年 4月 フォトニクスセンター内にR&Dセンター移転
- 2011年 9月 新製品 レーザーラマン顕微鏡「RAMANtouch」発表
- 2011年 10月 河田聡が第8回江崎玲於奈賞を受賞
- 2012年 9月 新製品 広視野ラマンスコープ「RAMANview」発表
- 2013年 9月 新製品 先端増強ラマン散乱顕微鏡「TERSsense」発表
- 2014年 3月 東京ショールームを設置
- 2016年 3月 東京ショールームを移転・拡張
- 2016年 7月 韓国にnanophoton Koreaを設立
- 2016年 8月 新製品ウエハーアナライザー「RAMANdrive」発表
- 2018年 3月 世界で初めて紫外・深紫外のラマン顕微鏡「RAMANtouch vioLa」を発表
- 2018年 3月 深紫外～近赤外の広帯域をカバーする顕微鏡対物レンズ「sumilé」を発表
- 2019年 9月 世界で初めてビームがランダム走査するラマン顕微鏡「RAMANwalk」を発表



2005年に世界で初めての高速ラマンイメージング装置を発売して以来、高性能ラマンイメージング装置の専門メーカーとしてビジネスを展開しています。

ナノフoton株式会社の製品ラインアップ

高速・高画質イメージングを実現
世界初のレーザーラマン顕微鏡



Laser Raman Microscope

RAMAN touch

空間分解能 350nm～

高品質ウエハー開発の
駆動力



RAMAN drive
wafer analyzer

350nm～

低倍率対物レンズに最適化した
世界初の広視野ラマンスコープ



Imaging Raman scope

RAMAN view

10 μ m～

回折限界を超える分解能を実現
ナノラマンイメージング装置



Tip-enhanced Raman Scattering Microscope

TERSsense

10nm～

1. ナノフォトン株式会社紹介
- 2. 測定装置紹介**
3. ラマン顕微鏡で見えること ～測定事例～
4. ラマン散乱分析の特徴



Laser Raman Microscope

RAMANtouch

- 回折限界に迫る、高い空間分解能。
- ライン照明による、超高速ラマンイメージング。
- 高速、高精度で、直感操作のレーザー走査方式。
- 550mm分光器搭載で、高いスペクトル分解能。
- 多彩な測定と解析ニーズに応えるパワフルなソフトウェア。
- メンテナンスや調整の要らない高安定システム。

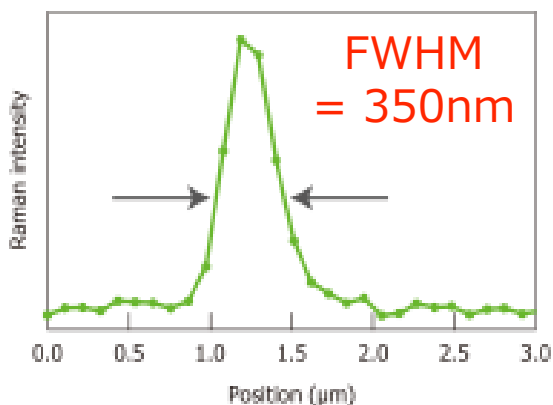
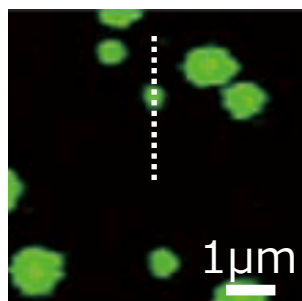
MicroscopyとSpectroscopyの両方において、高い性能と操作性を発揮します。

最高の空間分解能は全て保証値

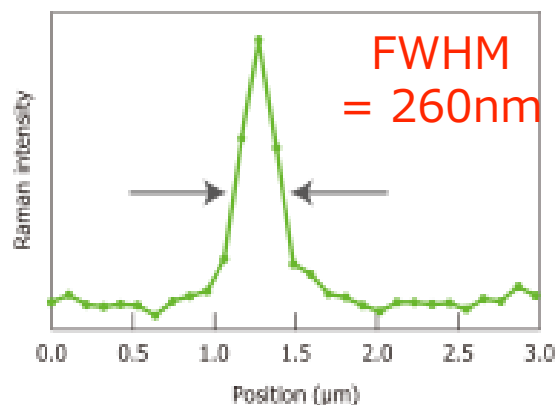
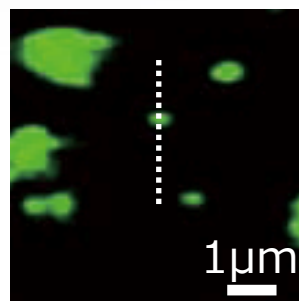


500nm@X方向、350nm@Y方向、1 μ m@Z方向

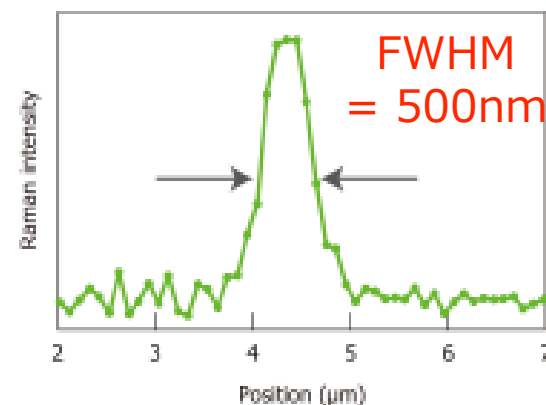
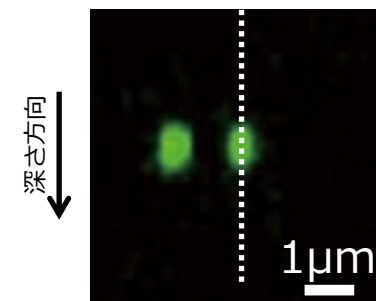
平面方向ラマンイメージ
532nm, 100x (NA0.90)



平面方向ラマンイメージ
532nm, 100x (NA1.40)



深さ方向ラマンイメージ
532nm, 100x (NA0.90)



特徴：レーザービーム走査とライン照明

レーザービーム走査



モニタの顕微鏡画像の、測定したい位置をクリックするだけでOK！

ライン照明



クリック&ドラッグで、測定エリアを指定。電動ステージに特有の振動やドリフトがない、高速スキャンが可能



レーザービーム走査とライン照明



Nanophoton RAMAN Imager

File Function Window Help

Raman

Measure

Scan mode: point

Obj. lens: LU Plan Fluor x20/ NA

Exposure: 1 s/shot

Total: 1 s

Check Laser Spot

Laser Power

-0.327 mW @ 532nm

Current: 40.0 %

ND filter (transmission): 0.26800%

Spectral Range

-3697.8 - 2638.5 cm⁻¹

Center Wavenumber: 0.000 cm⁻¹ [Set]

Grating: 600/mm

Position #n (x pix, y pix)

X: 421 W: 1

Y: 115 H: 1

Transmission lamp: [] Reflection lamp: []

Operator name: [] Comment: []

Sample: []

Z stage:

Pos: -0.200 um [Stop] [Up] [Down]

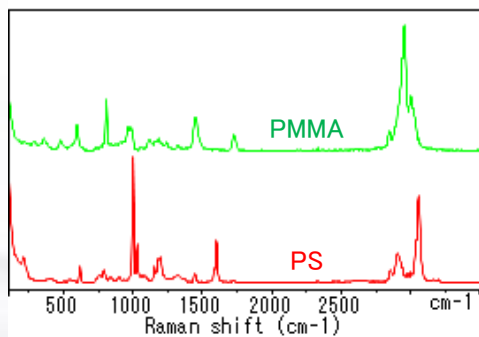
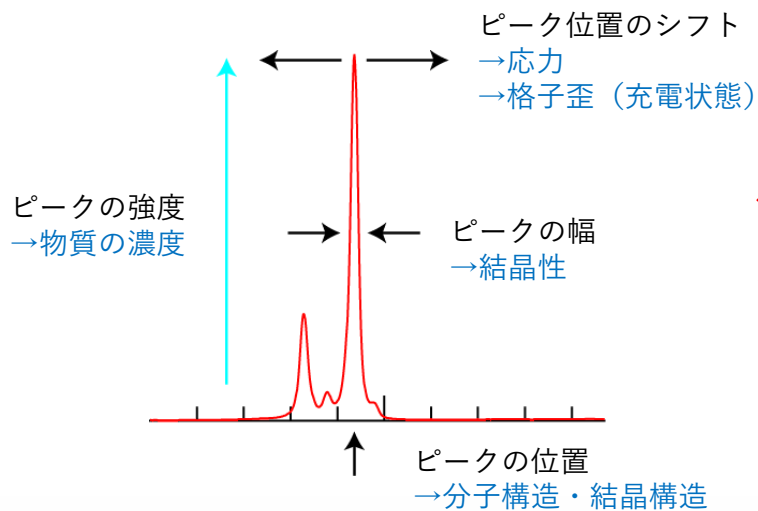
Step: 0.2 um

Wheel Z: Coarse Fine S Fine

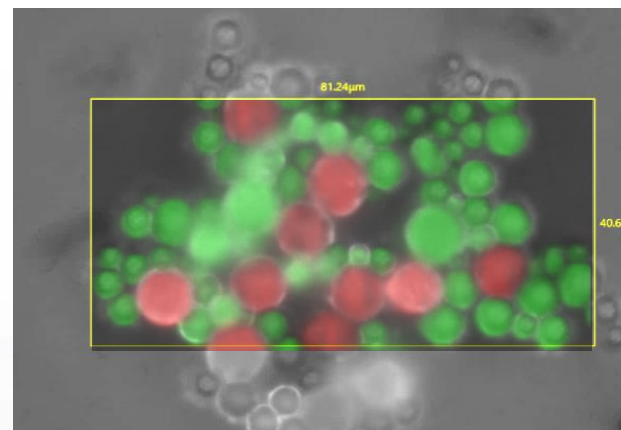


ラマンイメージングとは

スペクトルから読み取れる情報と・・・

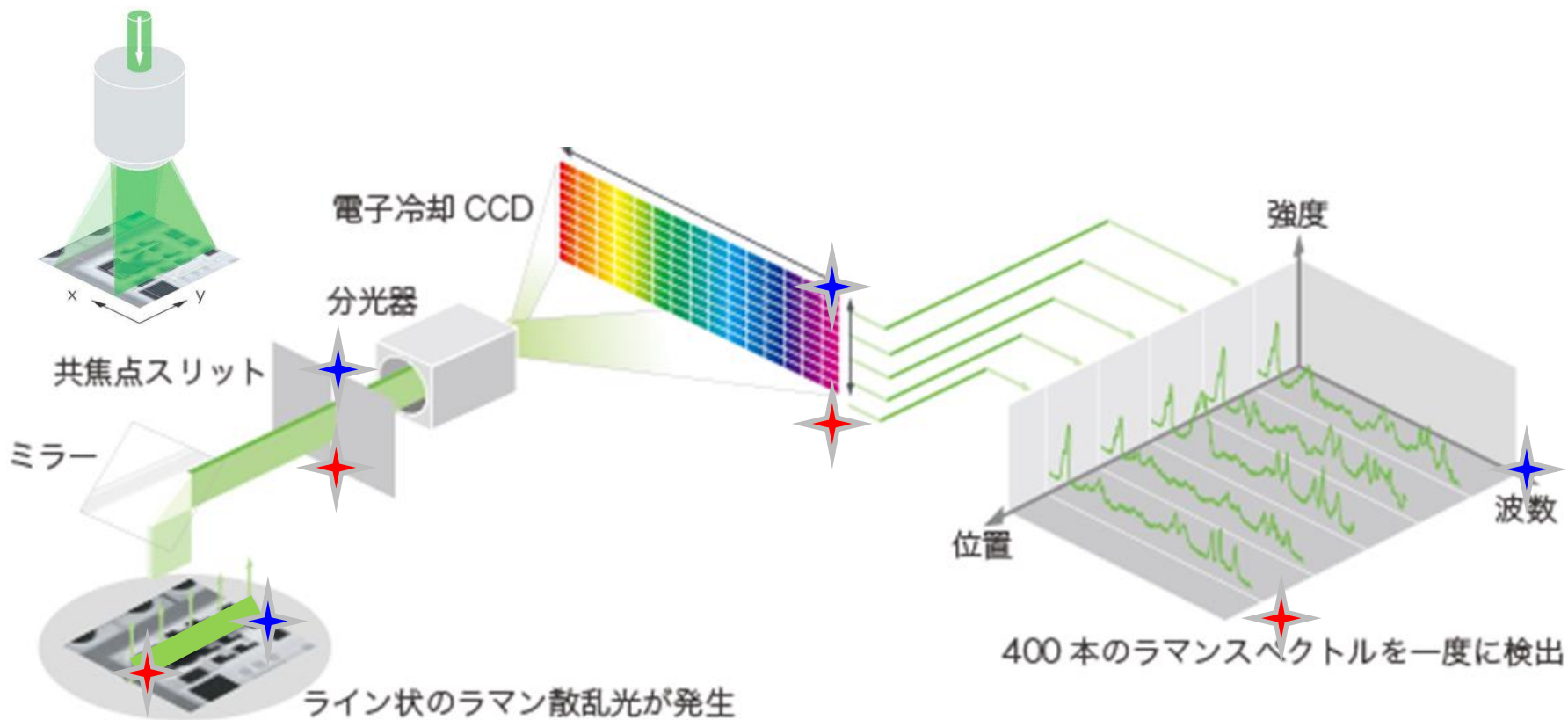


PSとPMMAのラマンスペクトル

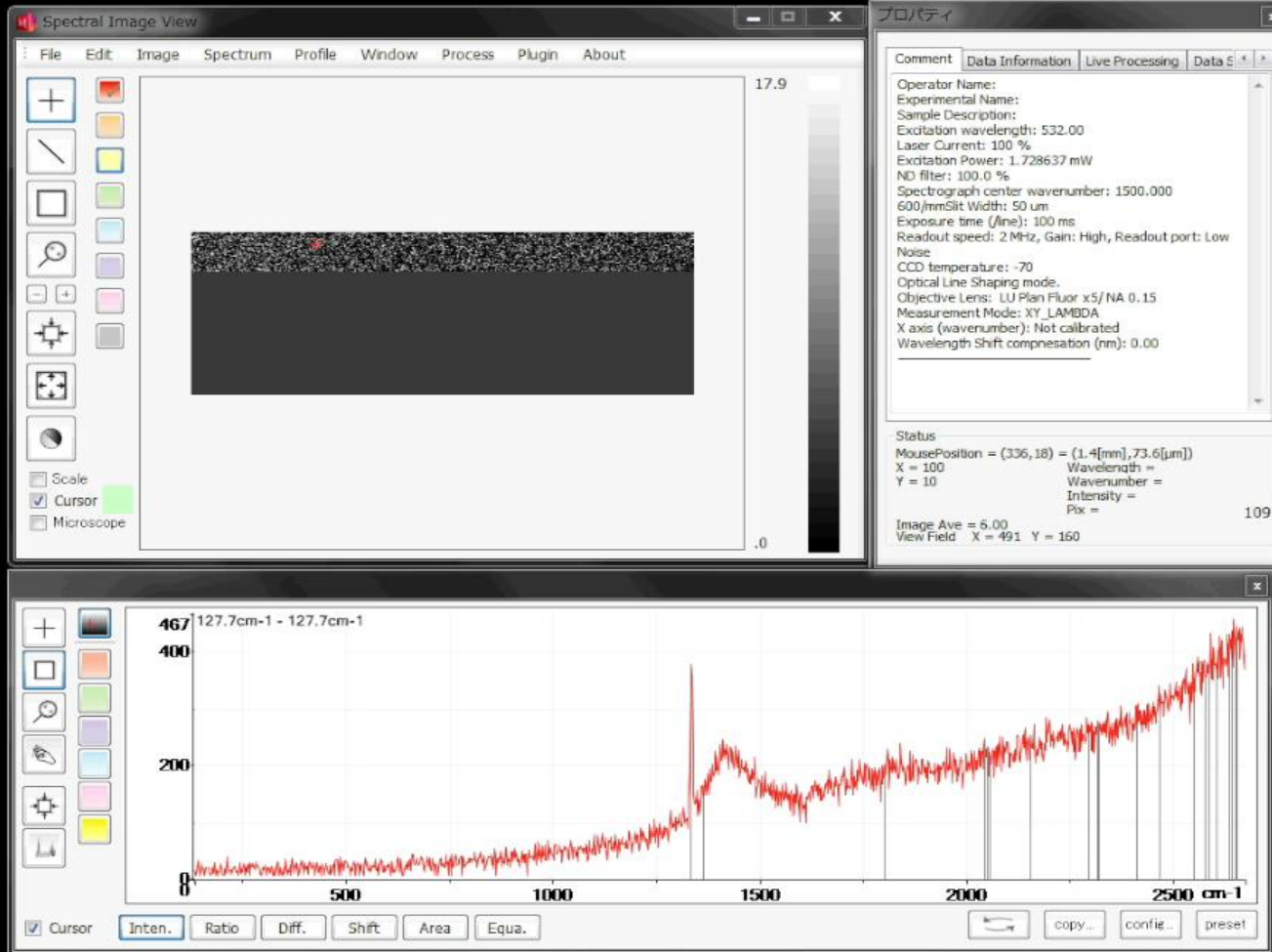


2種のプラスチックビーズをラマン分析

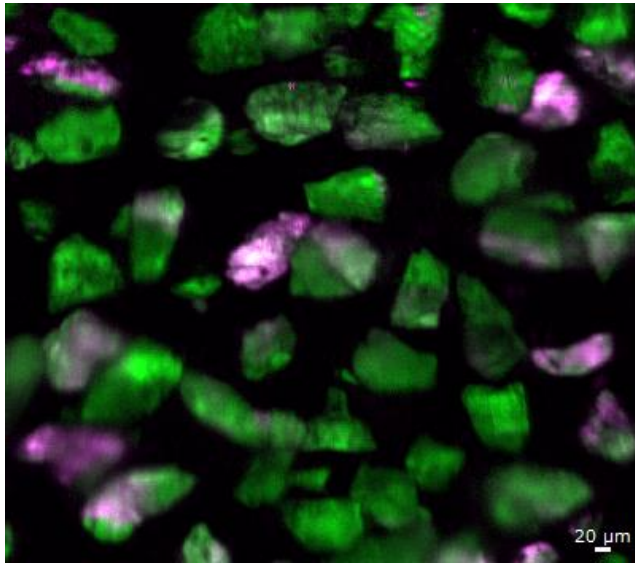
ライン照明とレーザー走査による 超高速イメージング



ダイヤモンドやすり表面のラマンイメージング

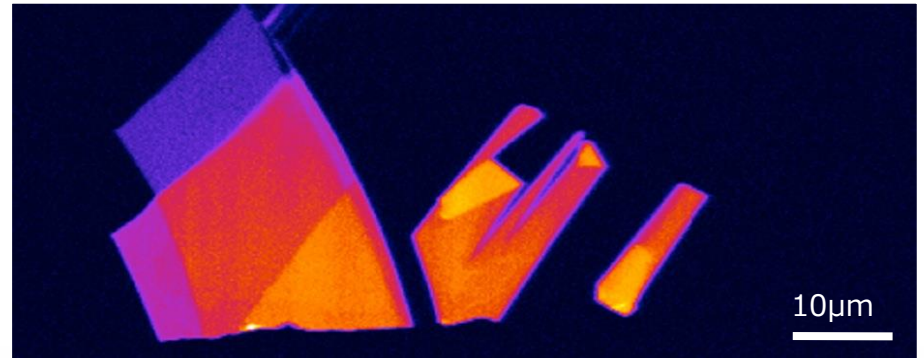


測定例: ライン照明とレーザー走査による 超高速イメージング



■ ダイヤモンド ■ ダイヤモンド(欠陥有)

148,000スペクトルを 2分17秒で取得



グラフェン ■ 単層 ■ 2層 ■ 3層 ■ 4層

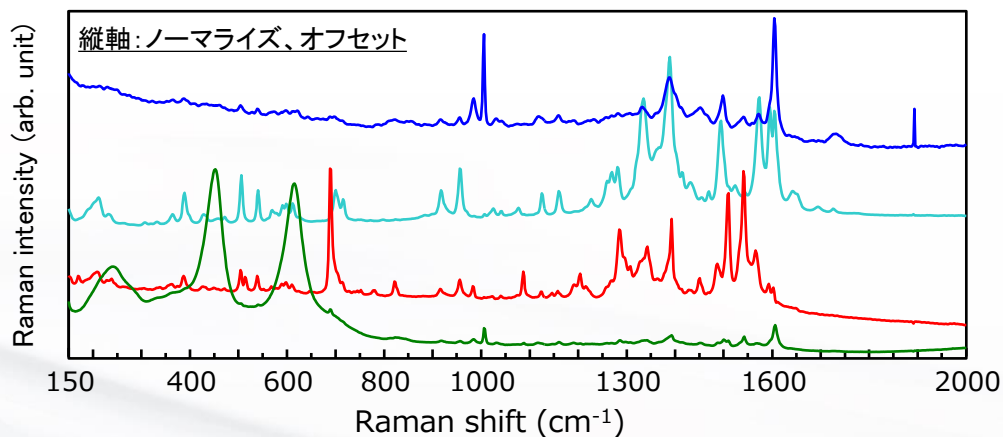
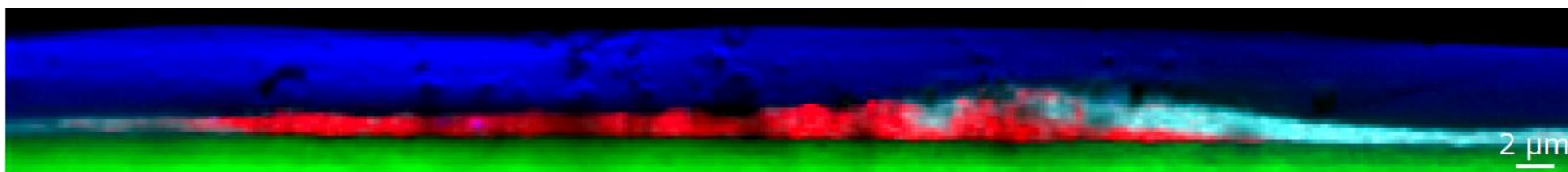
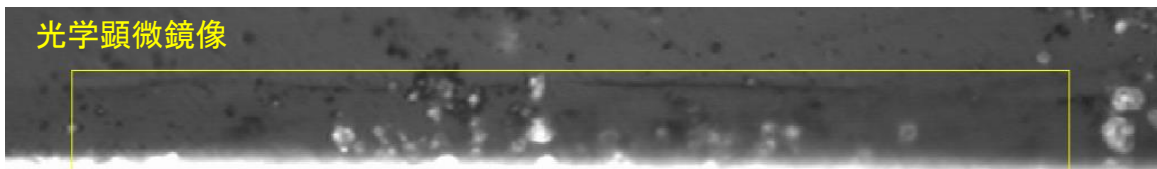
67,600スペクトル を5分30秒で取得

1. ナノフォトン株式会社紹介
2. 測定装置紹介
3. ラマン顕微鏡で見えること ～測定事例～
4. ラマン散乱分析の特徴

缶塗膜断面のラマンイメージ



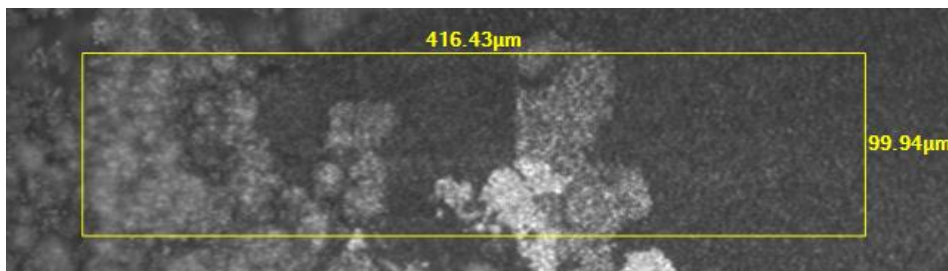
- :ニス層
- :塗料A
- :塗料B
- :酸化チタン



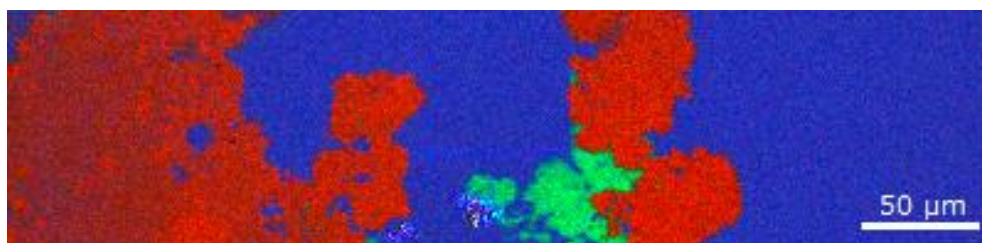
対物レンズ 100x/ NA 0.90,
 励起波長 532 nm,
 回折格子 600 gr/mm,
 ピクセルサイズ 0.2 μm x 0.2 μm,
 ピクセル数 400 x 40 pixels,
 測定領域 80 μm x 8 μm,

塗膜断面を観察することで、塗装方法や塗膜密着性の評価ができます。

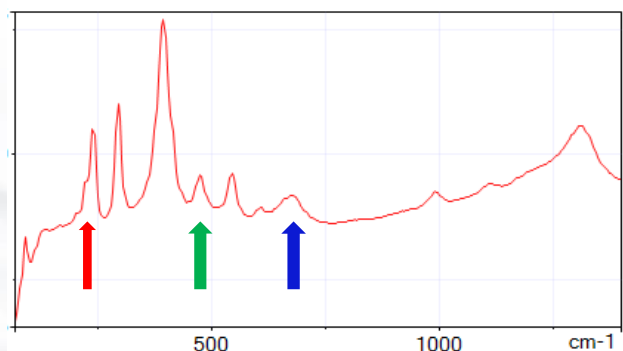
ライン照明での酸化鉄の確認



試料光学像



ラマンイメージ



ラマンイメージの配色

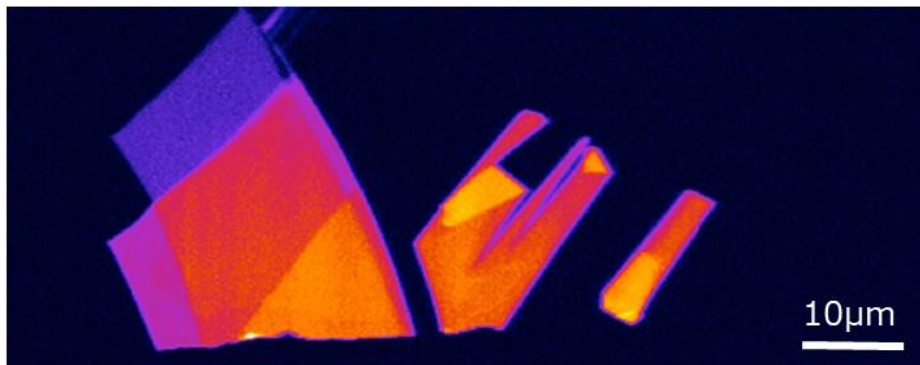
各成分の特徴あるスペクトルのピーク強度で
配色

赤： Hematite

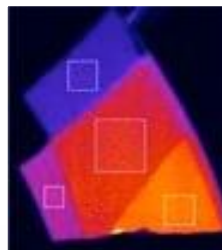
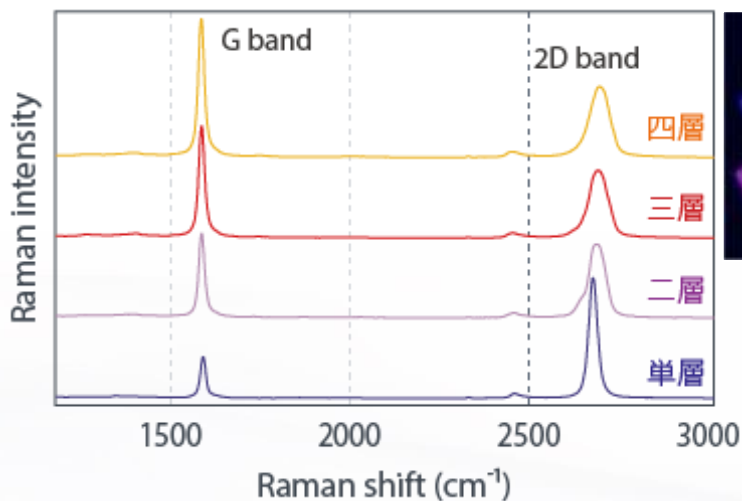
緑： Magnetite

青： Pigment Yellow 42

超高速 グラフェンの層数分布イメージング



- : 四層グラフェン
- : 三層グラフェン
- : 二層グラフェン
- : 一層グラフェン

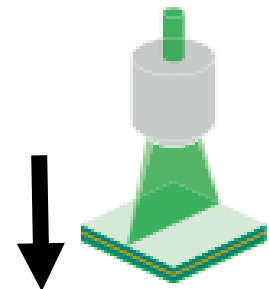


励起波長	532nm
対物レンズ	100倍 (NA=0.90)
スペクトル数	67,000 (400 × 169)
測定時間	5分30秒

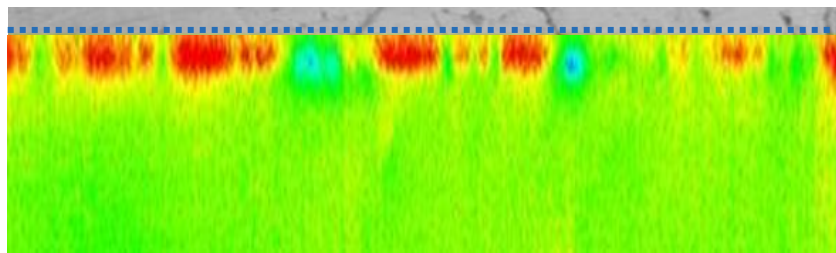
※サンプル提供 物質・材料研究機構(NIMS)の津谷大樹様

G bandと 2 D bandの強度比(G/2D)でグラフェンの層数を識別可能です。

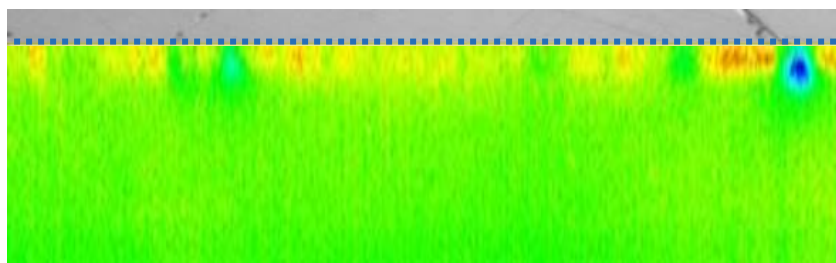
SiC 基板の断層応力イメージ



研削後



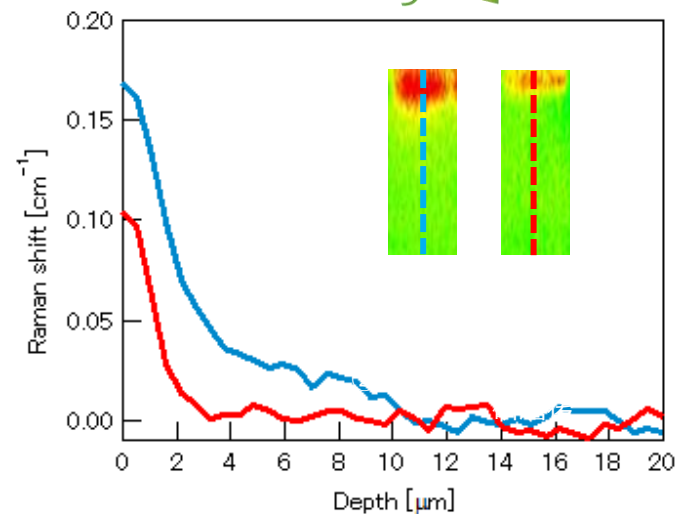
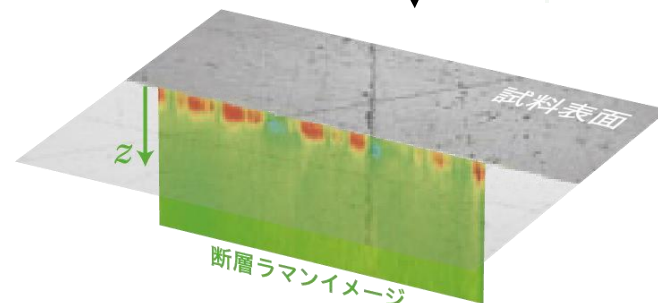
研削
+
研磨後



-0.2 cm⁻¹
37MPa引張



0.2 cm⁻¹
37MPa圧縮

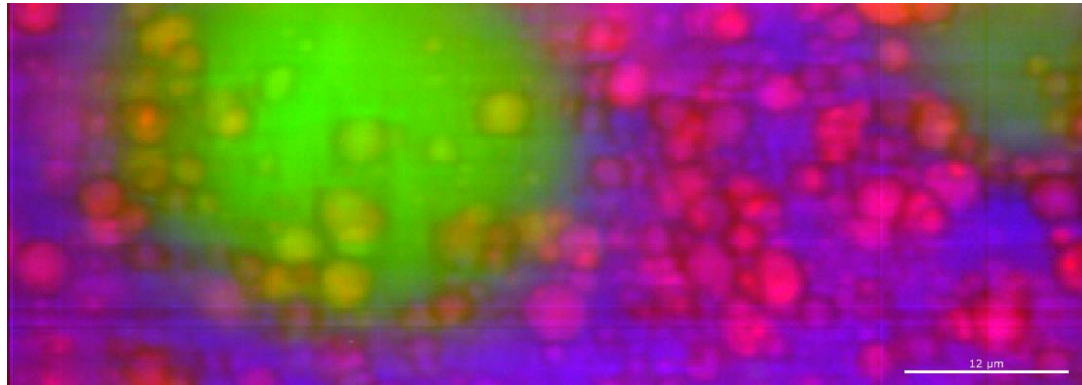


非破壊で深さ方向の応力分布を評価できます。

ゲル状試料の組成分布の可視化



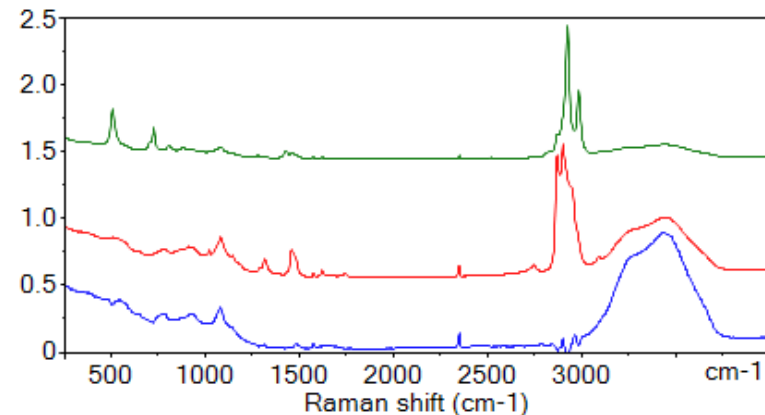
ハンドクリームのラマンイメージ



- : ラウリル硫酸Na, 尿素 (混在)
- : シリコンオイル
- : 水分

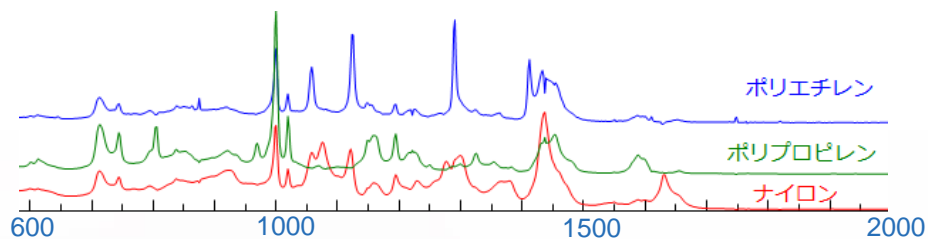
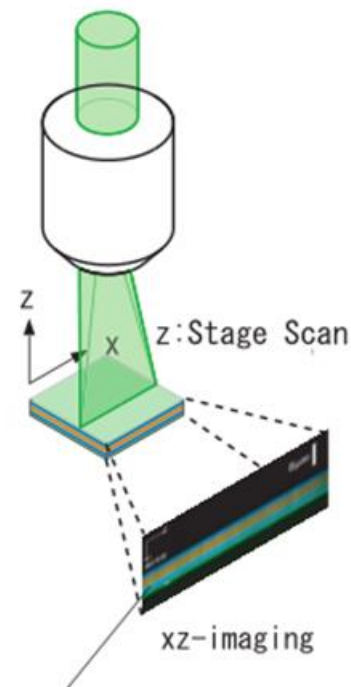
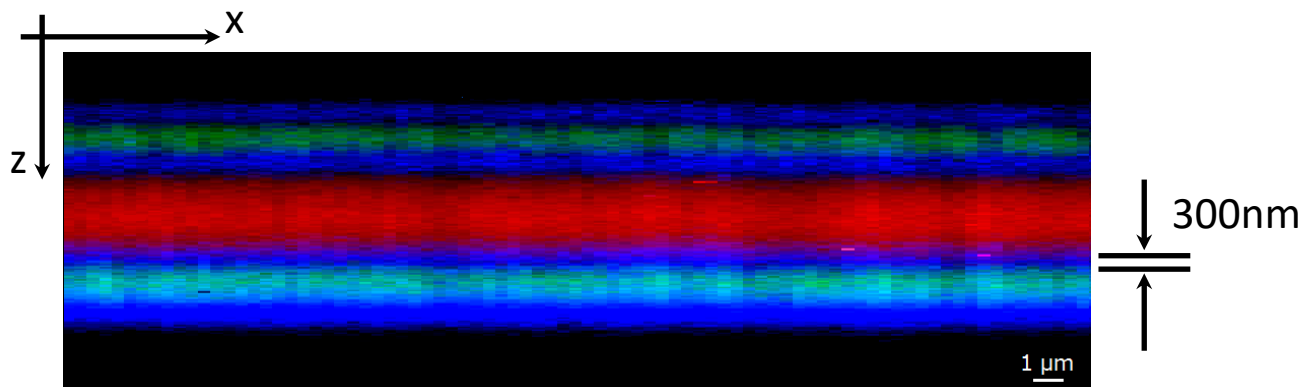
クリーム状の試料はスライドガラスにそのまま薄く塗布し、カバーガラスなどで軽く表面を平らにすれば容易にイメージングが可能です。

識別箇所の平均ラマンスペクトル



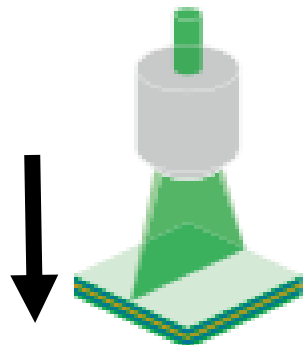
積層構造の非破壊断面観察

ラップフィルムのラマンイメージ



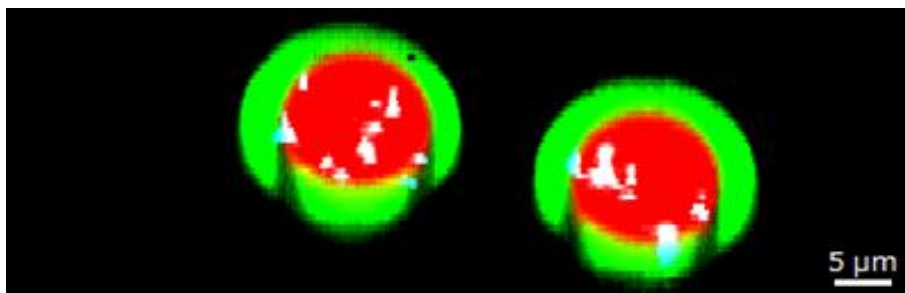
透明であれば、薄い積層構造を断面だしなど特別な前処理なしで、そのまま観察／識別できます。

芯鞘繊維内部の非破壊観察

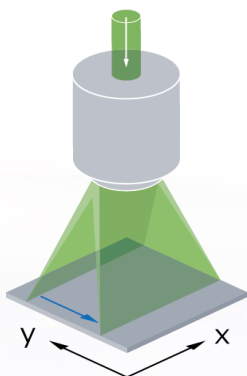


焦点を変えながら測定

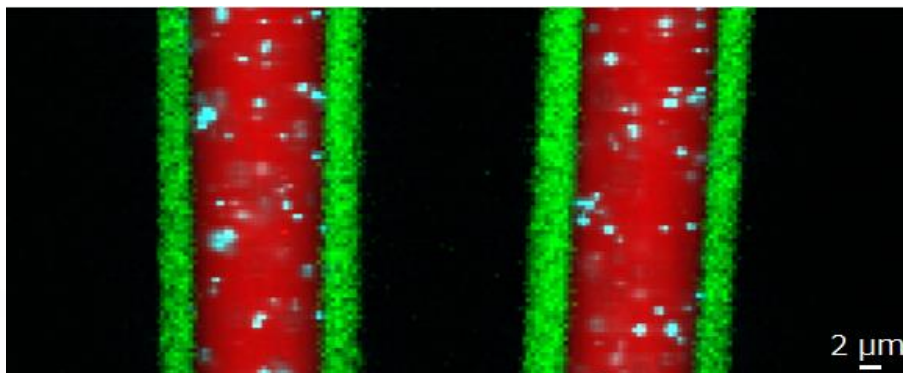
芯鞘繊維のXZイメージング



■ : ポリエチレン ■ : PET □ : 酸化チタン

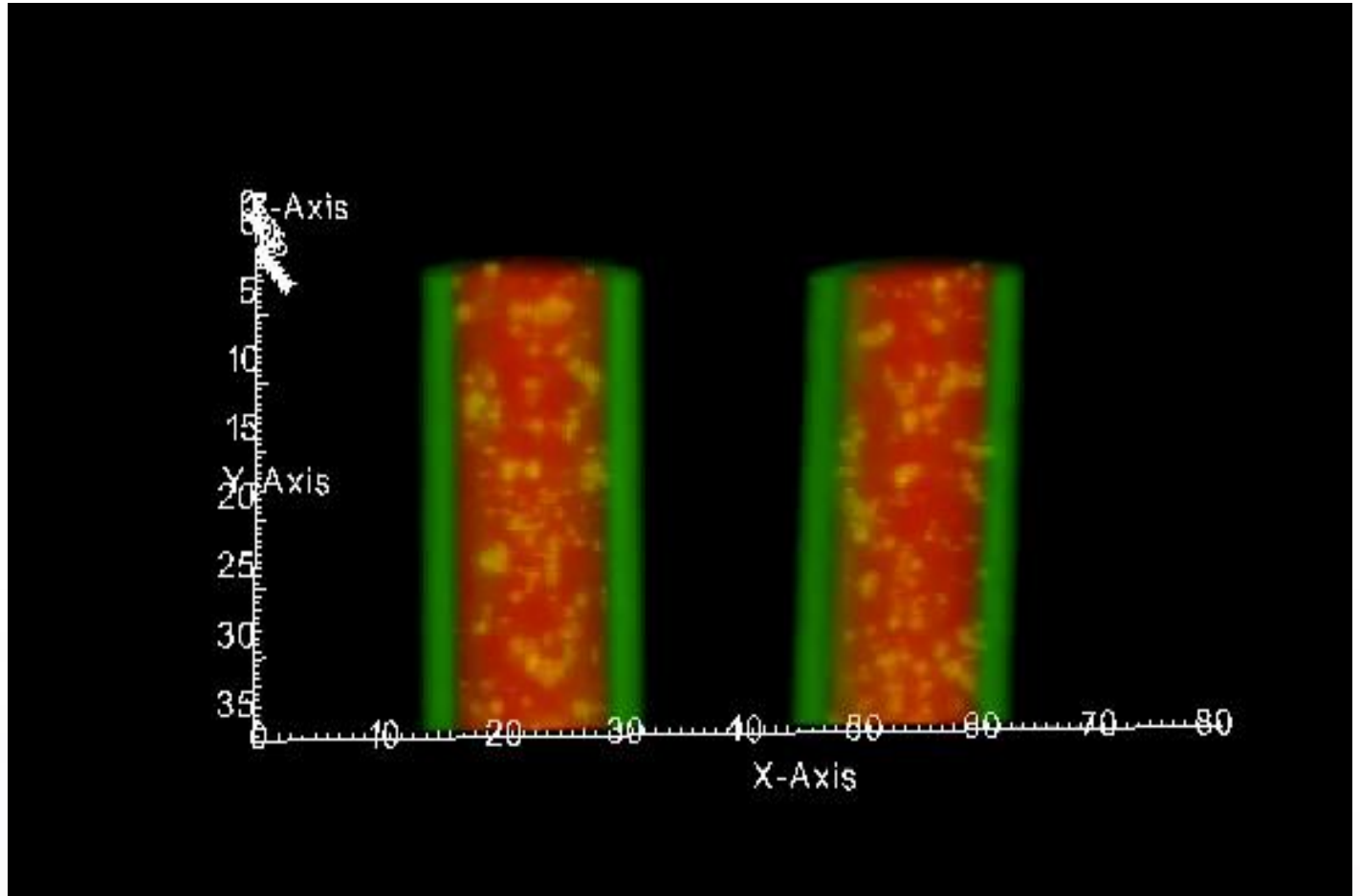
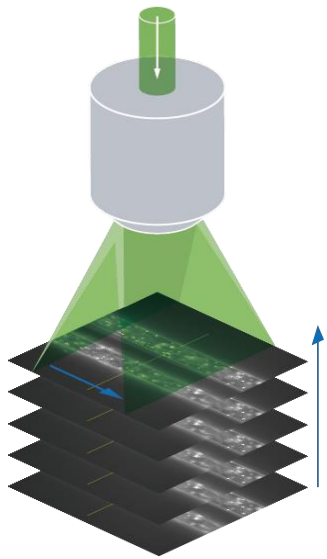


ある深さにおける芯鞘繊維のXYイメージング



透明なサンプルの場合、フォーカス位置を変えることによって非破壊で断面の測定ができます。またある深さにおける平面イメージングを行うことも可能です。

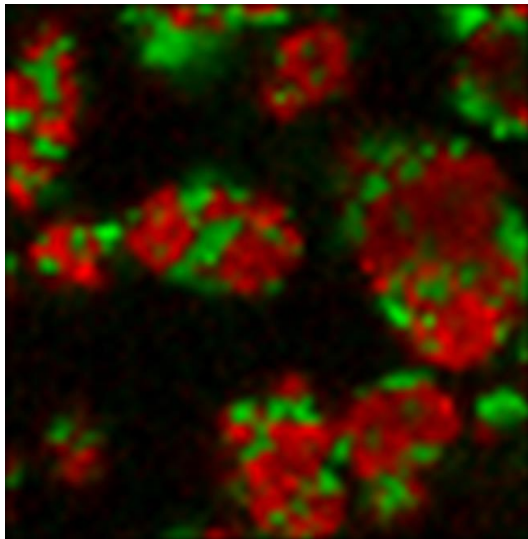
芯鞘繊維の3Dイメージ



立体構造を様々な角度から観察することができ、厚み目に見えない不良箇所(空隙)の特定や、層の厚みムラなどを評価することができます。

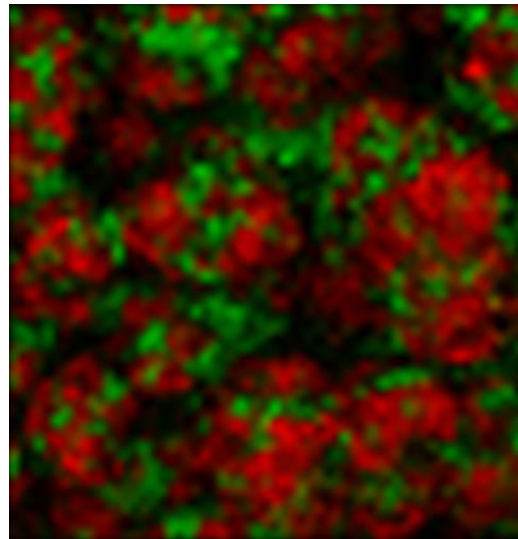
リチウムイオン電池電極表面のラマンイメージング

ZTrack機能 : OFF
(通常の測定方法)

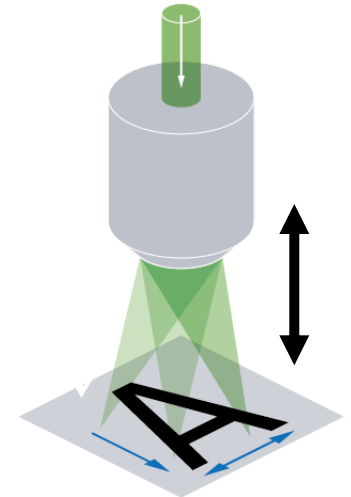


* フォーカスが合った
一部の情報しか取れない。

ZTrack機能 : ON



* 観察視野全体の情報が
得られる！

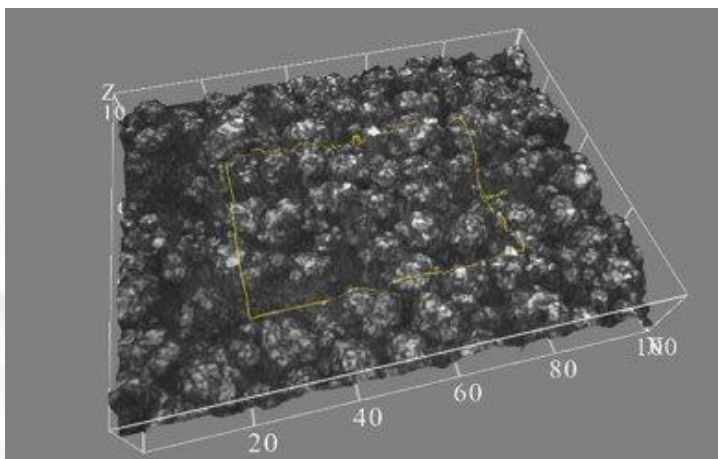
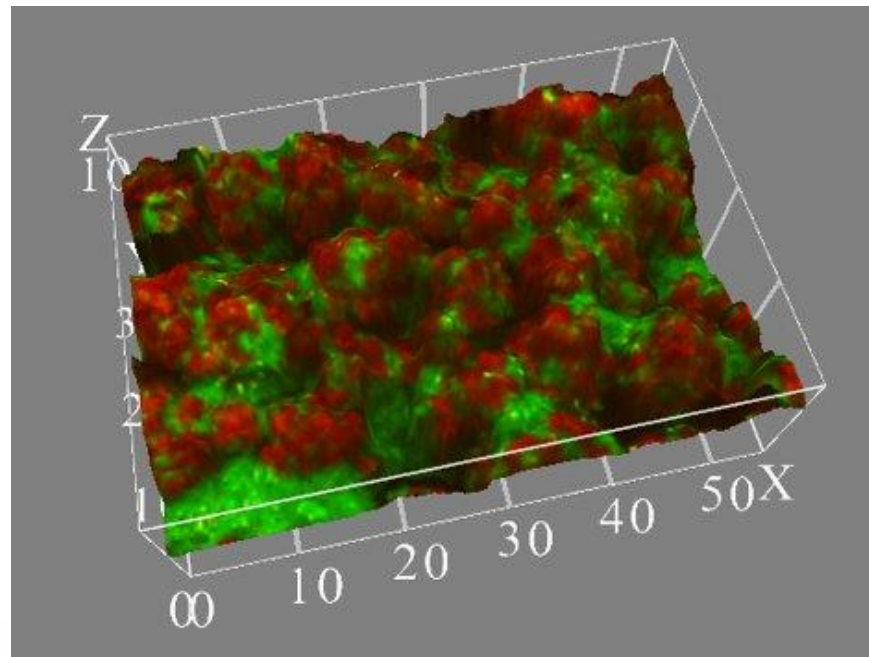
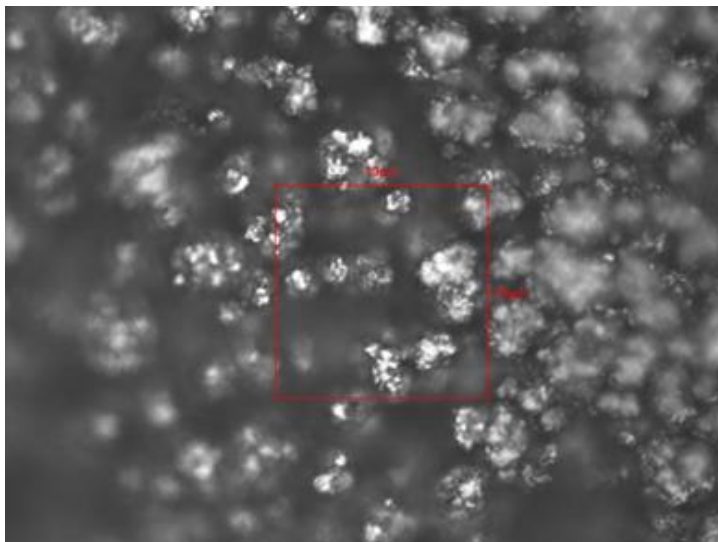


凹凸に合わせて
ステージが動きます。

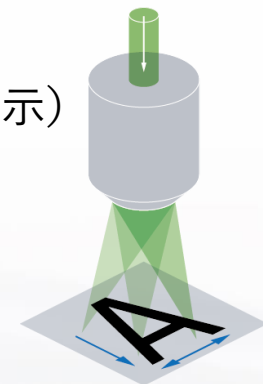
励起波長 : 532nm
対物レンズ : 100x, 0.90 N.A.
測定面積 : 30 μm x 30 μm
測定時間 : 11min

※ステージが瞬時にフォーカス位置へ動く
ため、ZTrack機能のON/OFFで測定時間
はほぼ変わりません。

ZTrack リチウムイオン電池電極表面 ラマンイメージング

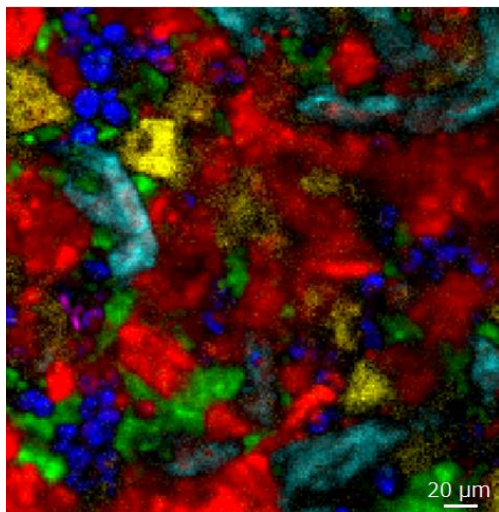


左上：通常の光学顕微鏡像
左下：ZTrack光学顕微鏡像（3D表示）
右：ラマンイメージ

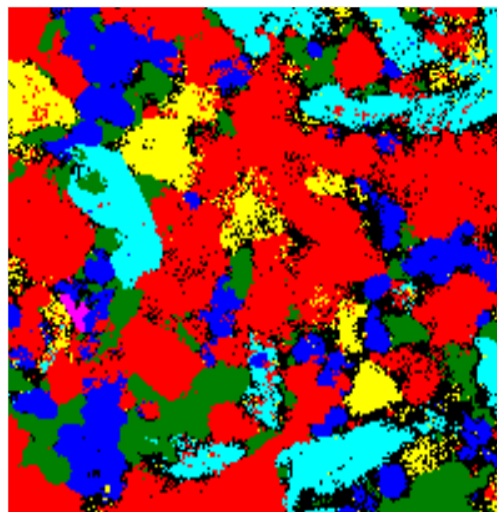


成分の含有量の解析(面積比解析)

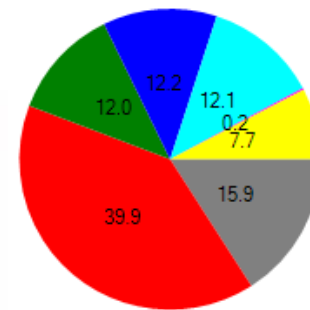
錠剤のラマンイメージ



二値化イメージ



■ : 原薬A	: 39.9 %	■ : セルロース誘導体	: 12.1 %
■ : 原薬B	: 12.0 %	■ : タルク	: 0.2 %
■ : 乳糖	: 7.7 %	■ :	: 15.9 %
■ : デンプン	: 12.2 %		



イメージング領域に占める、各成分の面積比を算出することで、成分の含有量を推定することができます。

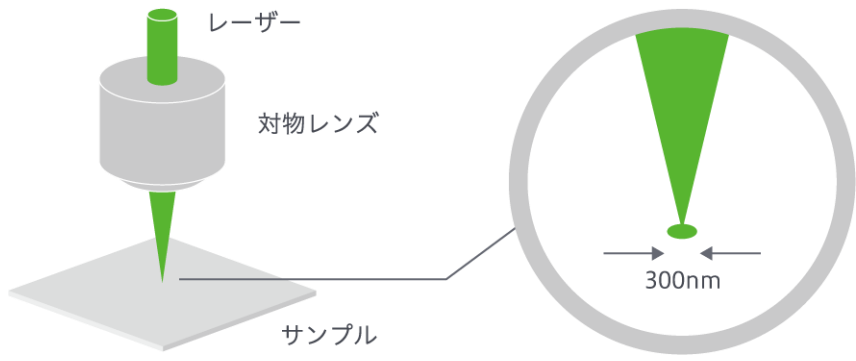
1. ナノフォトン株式会社紹介
2. 測定装置紹介
3. ラマン顕微鏡で見えること ～測定事例～
4. **ラマン散乱分析の特徴**



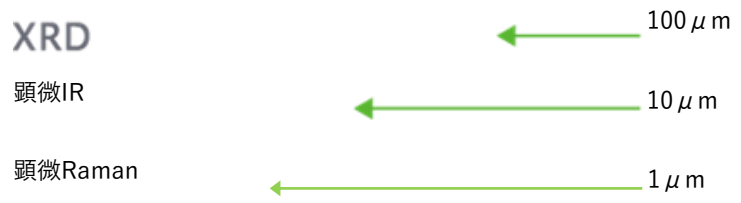
nanophoton

ラマン分光法の特徴：サブミクロンの空間分解能

350 nmの高い空間分解能



分析手法別、空間分解能比較



XRDやFTIRなどの分析手法と比べて、空間分解能が高いことがラマン分光の強みのひとつ。
条件によっては、100nm以下の微粒子のスペクトルを検出できることもあります。

ラマン分光法の特徴：何でも測れる

純金属以外であれば何でも測定可能



無機物



有機物



金属



固体



液体



気体



粉末

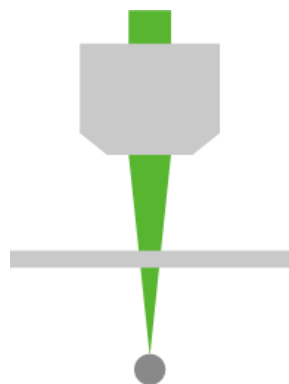


エマルジョン

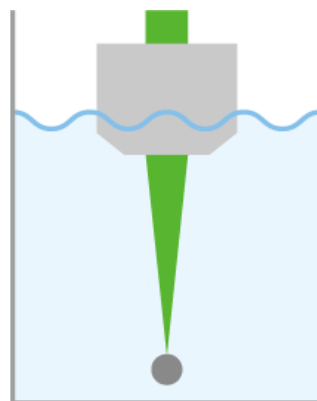
金属はラマン活性が極めて弱いため測定できませんが、それ以外ならどんなものでも測定できます。金属でも腐食などにより酸化した金属であれば、ラマン分光での分析が可能です。

ラマン分光法の特徴：何処でも測れる

様々な環境下での試料測定



ガラス越し



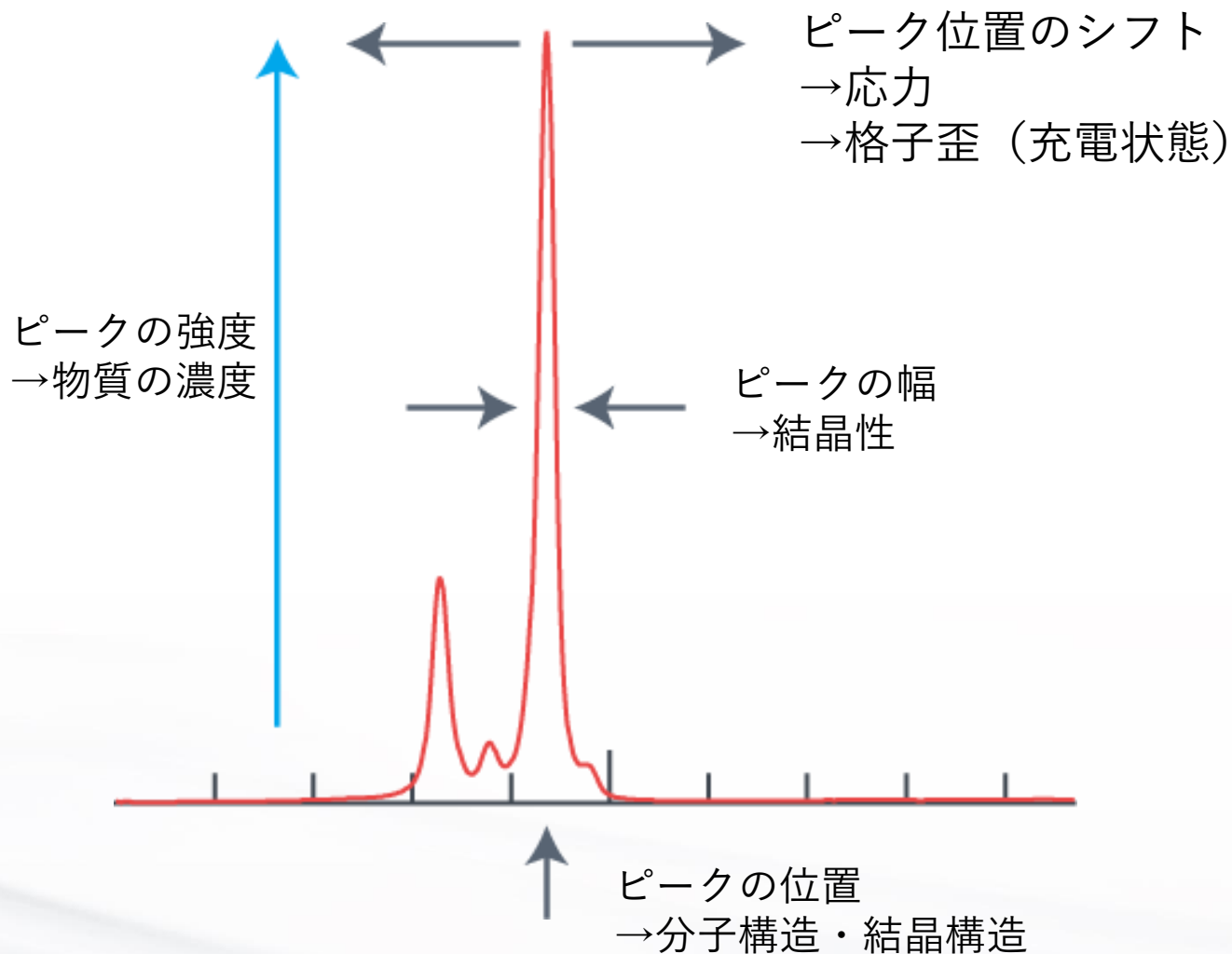
液中



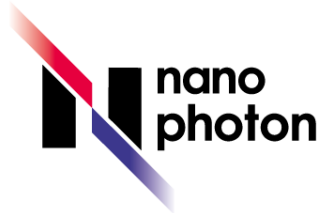
加熱・冷却

一般的に可視光を使った分析であるため、ガラス越しでの測定や、液中に存在するサンプルの測定も可能です。専用の冷却加熱ステージなどを使えば、温度変化させた状態での分析も可能です。

ラマンスペクトルからわかること



ご清聴、誠にありがとうございます。



t.kozu@nanophoton.jp